

P19212.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :N. TANI

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :THREE-DIMENSIONAL IMAGE-CAPTURING DEVICE

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

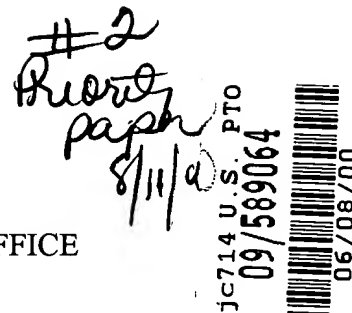
Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application Nos. 11-162889, filed June 9, 1999 and 11-176968, filed June 23, 1999. As required by the Statute, certified copies of the Japanese applications are being submitted herewith.

Respectfully submitted,
N. TANI

Leslie J. Bernstein Reg. No.
Bruce H. Bernstein 33,329
Reg. No. 29,027

June 8, 2000
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

jc714 U.S. PTO
09/589064
06/08/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 6月 9日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第162889号

出 願 人
Applicant(s):

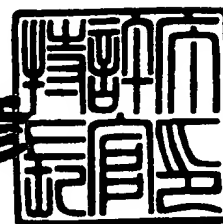
旭光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 3月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3016834

【書類名】 特許願

【整理番号】 AP99658

【提出日】 平成11年 6月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/232
H04N 1/04
H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 谷 信博

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代表者】 松本 徹

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像入力装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被計測物体に測距光を照射する光源と、

前記被計測物体からの反射光を受け、受光量に応じた電荷を蓄積可能な第 1 及び第 2 の光電変換素子と、

前記第 1 の光電変換素子に隣接して設けられた第 1 の信号電荷保持部と、

前記第 2 の光電変換素子に隣接して設けられた第 2 の信号電荷保持部と、

前記第 1 の光電変換素子に蓄積した第 1 の信号電荷を前記第 1 の信号電荷保持部のみに接続された第 1 の電極を用いて前記第 1 の信号電荷保持部に転送する第 1 の信号電荷転送手段と、

前記第 2 の光電変換素子に蓄積した第 2 の信号電荷を前記第 2 の信号電荷保持部のみに接続された第 2 の電極を用いて前記第 2 の信号電荷保持部に転送する第 2 の信号電荷転送手段と、

前記第 1 の信号電荷転送手段を繰り返し駆動することにより、前記第 1 の信号電荷保持部において前記被計測物体の距離情報に関する前記第 1 の信号電荷を積分する信号電荷積分手段と

を備えたことを特徴とする 3 次元画像入力装置。

【請求項 2】 前記第 1 の光電変換素子に蓄積した不要電荷を前記第 1 の光電変換素子から掃出すことにより前記第 1 の光電変換素子における信号電荷の蓄積動作を開始させる第 1 の蓄積電荷掃出手段と、

前記第 2 の光電変換素子に蓄積した不要電荷を前記第 2 の光電変換素子から掃出すことにより前記第 2 の光電変換素子における信号電荷の蓄積動作を開始させる第 2 の蓄積電荷掃出手段とを備え、

前記信号電荷積分手段が、前記第 1 の蓄積電荷掃出手段と前記第 1 の信号電荷転送手段とを交互に駆動することにより行われることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 の光電変換素子が基板に沿って形成され、

前記第 1 の蓄積電荷掃出手段が不要電荷を前記基板側に掃出すことを特徴とする請求項 2 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 の信号電荷保持部が前記第 1 及び第 2 の信号電荷を 3 次元画像入力装置の外部に出力するための垂直転送部であることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 5】 前記第 1 の光電変換素子が所定方向に前記第 2 の光電変換素子を所定の数だけ挟んで配列されていることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 6】 前記第 1 の蓄積電荷掃出手段において前記不要電荷を掃出すために出力される電荷掃出し信号と、前記第 1 の信号電荷転送手段において前記第 1 の信号電荷を転送するために出力される第 1 の電荷転送信号と、前記第 2 の信号電荷転送手段において前記第 2 の信号電荷を転送するために出力される第 2 の電荷転送信号とがそれぞれパルス信号であることを特徴とする請求項 2 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 7】 前記被計測物体の距離情報に対応した信号電荷が、前記第 1 の光電変換素子による前記反射光の受光終了まで、前記第 1 の光電変換素子において蓄積されることを特徴とする請求項 6 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 8】 前記電荷掃出し信号の出力が終了することによって、前記被計測物体の距離情報に対応した信号電荷の前記第 1 の光電変換素子における蓄積が開始することを特徴とする請求項 7 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 9】 前記光源によって、パルス状の測距光が出力され、前記電荷掃出し信号が出力されてから前記第 1 の電荷転送信号が出力されるまでの第 1 の電荷蓄積期間中、前記測距光のパルスが出力されることによって、前記被計測物体の距離情報に対応した信号電荷が前記第 1 の信号電荷保持部において積分されることを特徴とする請求項 6 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 10】 前記光源による前記測距光の照射動作を禁止する照射動作制御手段と、

前記照射動作制御手段により前記測距光の照射を禁止した状態で、前記第 1 及び第 2 の蓄積電荷掃出手段と前記第 1 及び第 2 の信号電荷転送手段とを駆動して

前記被計測物体の画像情報に関する前記第 1 及び第 2 の信号電荷をそれぞれ前記第 1 及び第 2 の信号電荷保持部に転送する画像情報検出手段と

を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 1 1】 被計測物体に光を照射する光源と、

所定のグループに分けられ、受光量に応じた電荷を生成する複数の光学センサと、

前記光学センサにおいて生成された前記電荷を前記光学センサの外部へ転送するために前記光学センサの各々に設けられた電荷転送電極と、

前記電荷転送電極により前記光学センサから転送される前記電荷を保持転送するための電荷転送部と、

前記光学センサ毎に設けられた前記電荷転送電極を前記光学センサの前記グループ毎に制御可能な電荷転送電極制御手段と、

前記電荷転送電極制御手段を繰り返し駆動することにより前記光学センサの一部のグループで生成された電荷を前記電荷転送部へ繰り返し転送し、この電荷を前記電荷転送部において累積的に蓄積する生成電荷蓄積手段と

を備えることを特徴とする 3 次元画像入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝播時間測定法を用いて被計測物体の 3 次元形状等を検出する 3 次元画像入力装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来 3 次元画像入力装置による 3 次元計測は、光、電波あるいは音を被計測物体に照射する能動方式と、光等を照射しない受動方式とに分類される。能動方式には、光伝播時間測定法、変調した光波を用いる位相差測定法、三角測量法、モアレ法、干渉法等が知られており、受動方式には、ステレオ視法、レンズの焦点法等が知られている。

【0 0 0 3】

能動方式は受動方式に比べ、レーザ光等を照射するための機構が必要なために装置の規模が大きくなるが、距離分解能、計測時間、計測空間範囲等の点において優れており、産業応用分野において広く用いられてきている。「Measurement Science and Technology」(S. Christie 他、vol.6, p1301-1308, 1995 年)に記載された 3 次元画像入力装置では、パルス変調されたレーザ光が被計測物体に照射され、その反射光がイメージンテンシファイアが取付けられた 2 次元 CCD センサによって受光され、電気信号に変換される。イメージンテンシファイアはレーザ光のパルス発光に同期したゲートパルスによってシャッタ制御される。この構成によれば、遠い被計測物体からの反射光による受光量は近い被計測物体からの反射光による受光量に比べて小さいので、被計測物体の距離に応じた出力が CCD の各画素毎に得られる。

【 0 0 0 4 】

一方、国際公開 97/01111 号公報に開示された装置では、パルス変調されたレーザ光等の光が被計測物体に照射され、その反射光がメカニカル又は液晶素子等から成る電気光学的シャッタと組み合わされた 2 次元 CCD センサによって受光され、電気信号に変換される。そのシャッタは、測距光のパルスとは異なるタイミングで制御され、距離情報が CCD の各画素毎に得られる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の能動方式の装置では、CCD センサにおける電荷蓄積動作を制御するために KDP 素子等の光シャッタが設けられている。ところが光シャッタの規模が大きいだけでなく、光シャッタを駆動するために高電圧を供給する電気回路が必要であるので、従来装置は大型化せざるを得ないという問題があった。一方、米国特許第 5,081,530 号明細書には、CCD センサの電荷蓄積動作を制御するために電子シャッタを用いる構成が開示されているが、従来の 1 回の電子シャッタにより得られる CCD センサの出力は、被計測物体の距離情報を検出するために十分な大きさを有していない。

【 0 0 0 6 】

本発明は、光シャッタを必要とせず小型で安価であり、しかも高精細画像に対

応した多画素CCDにおいても十分に大きい出力を得ることのできる3次元画像入力装置を得ることを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の3次元画像入力装置は、被計測物体に測距光を照射する光源と、受光量に応じた電荷を蓄積可能な第1及び第2の光電変換素子と、第1の光電変換素子に隣接して設けられた第1の信号電荷保持部と、第2の光電変換素子に隣接して設けられた第2の信号電荷保持部と、第1の光電変換素子に蓄積した第1の信号電荷を第1の信号電荷保持部のみに接続された第1の電極を用いて第1の信号電荷保持部に転送する第1の信号電荷転送手段と、第2の光電変換素子に蓄積した第2の信号電荷を第2の信号電荷保持部のみに接続された第2の電極を用いて第2の信号電荷保持部に転送する第2の信号電荷転送手段と、第1の信号電荷転送手段を繰り返し駆動することにより、第1の信号電荷保持部において被計測物体の距離情報に関する第1の信号電荷を積分する信号電荷積分手段とを備えたことを特徴としている。

【0008】

3次元画像入力装置は好ましくは、第1の光電変換素子に蓄積した不要電荷を第1の光電変換素子から掃出すことにより第1の光電変換素子における信号電荷の蓄積動作を開始させる第1の蓄積電荷掃出手段と、第2の光電変換素子に蓄積した不要電荷を第2の光電変換素子から掃出すことにより第2の光電変換素子における信号電荷の蓄積動作を開始させる第2の蓄積電荷掃出手段とを備え、信号電荷積分手段が、第1の蓄積電荷掃出手段と前記第1の信号電荷転送手段とを交互に駆動することにより行われる。

【0009】

第1及び第2の光電変換素子が基板に沿って形成された構成においては、蓄積動作開始手段は不要電荷を基板側に掃出す。第1及び第2の信号電荷保持部は、好ましくは第1及び第2の信号電荷を3次元画像入力装置の外部に出力するための垂直転送部である。また第1の光電変換素子は例えば、所定方向に第2の光電変換素子を所定の数挟んで配列される。

【0010】

第1の蓄積電荷掃出手段において不要電荷を掃出すために出力される電荷掃出し信号と、第1の信号電荷転送手段において第1の信号電荷を転送するために出力される第1の電荷転送信号と、第2の信号電荷転送手段において第2の信号電荷を転送するために出力される第2の電荷転送信号とは、それぞれ例えばパルス信号である。

【0011】

好ましくは、被計測物体の距離情報に対応した信号電荷が、第1の光電変換素子による反射光の受光終了まで、第1の光電変換素子において蓄積される。またこのとき好ましくは、電荷掃出し信号の出力が終了することによって、被計測物体の距離情報に対応した信号電荷の第1の光電変換素子における蓄積が開始する。

【0012】

好ましくは、光源によって、パルス状の測距光が出力され、電荷掃出し信号が出力されてから第1の電荷転送信号が出力されるまでの第1の電荷蓄積期間中、測距光のパルスが出力されることによって、被計測物体の距離情報に対応した信号電荷が第1の信号電荷保持部において積分される。

【0013】

また好ましくは、光源による測距光の照射動作を禁止する照射動作制御手段と、この照射動作制御手段により測距光の照射を禁止した状態で、第1及び第2の蓄積電荷掃出手段と第1及び第2の信号電荷転送手段とを駆動して被計測物体の画像情報に関する第1及び第2の信号電荷をそれぞれ第1及び第2の信号電荷保持部に転送する画像情報検出手段とを備える。

【0014】

また本発明の3次元画像入力装置は、被計測物体に光を照射する光源と、所定のグループに分けられ受光量に応じた電荷を生成する複数の光学センサと、光学センサにおいて生成された電荷を光学センサの外部へ転送するために光学センサの各々に設けられた電荷転送電極と、電荷転送電極により光学センサから転送される電荷を保持転送するための電荷転送部と、光学センサ毎に設けられた電荷転

送電極を前記光学センサのグループ毎に制御可能な電荷転送電極制御手段と、電荷転送電極制御手段を繰り返し駆動することにより光学センサの一部のグループで生成された電荷を電荷転送部へ繰り返し転送し、この電荷を電荷転送部において累積的に蓄積する生成電荷蓄積手段とを備えることを特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は本発明の第1の実施形態である3次元画像入力装置を備えたカメラの斜視図である。

【0016】

カメラ本体10の前面において、撮影レンズ11の左上にはファインダ窓12が設けられ、右上にはストロボ13が設けられている。カメラ本体10の上面において、撮影レンズ11の真上には、測距光であるレーザ光を照射する発光装置（光源）14が配設されている。発光装置14の左側にはリリーススイッチ15と液晶表示パネル16が設けられ、また右側にはモード切替ダイヤル17とV/Dモード切替スイッチ18が設けられている。カメラ本体10の側面には、ICメモリカード等の記録媒体を挿入するためのカード挿入口19が形成され、また、ビデオ出力端子20とインターフェースコネクタ21が設けられている。

【0017】

図2は図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

撮影レンズ11の中には絞り25が設けられている。絞り25の開度はアイリス駆動回路26によって調整される。撮影レンズ11の焦点調節動作およびズミング動作はレンズ駆動回路27によって制御される。

【0018】

撮影レンズ11の光軸上には撮像素子（CCD）28が配設されている。CCD28には、撮影レンズ11によって被写体像が形成され、被写体像に対応した電荷が発生する。CCD28における電荷の蓄積動作、電荷の読出動作等の動作はCCD駆動回路30によって制御される。CCD28から読み出された電荷信号すなわち画像信号はアンプ31において増幅され、A/D変換器32において

アナログ信号からデジタル信号に変換される。デジタルの画像信号は撮像信号処理回路 33 においてガンマ補正等の処理を施され、画像メモリ 34 に一時的に格納される。アイリス駆動回路 26、レンズ駆動回路 27、CCD 駆動回路 30、撮像信号処理回路 33 はシステムコントロール回路 35 によって制御される。

【0019】

画像信号は画像メモリ 34 から読み出され、LCD 駆動回路 36 に供給される。LCD 駆動回路 36 は画像信号に応じて動作し、これにより画像表示 LCD パネル 37 には、画像信号に対応した画像が表示される。

【0020】

また画像メモリ 34 から読み出された画像信号は TV 信号エンコーダ 38 に送られ、ビデオ出力端子 20 を介して、カメラ本体 10 の外部に設けられたモニタ装置 39 に伝送可能である。システムコントロール回路 35 はインターフェース回路 40 に接続され、インターフェース回路 40 はインターフェースコネクタ 21 に接続されている。したがって画像メモリ 34 から読み出された画像信号は、インターフェースコネクタ 21 に接続されたコンピュータ 41 に伝送可能である。またシステムコントロール回路 35 は、記録媒体制御回路 42 を介して画像記録装置 43 に接続されている。したがって画像メモリ 34 から読み出された画像信号は、画像記録装置 43 に装着された IC メモリカード等の記録媒体 M に記録可能である。

【0021】

システムコントロール回路 35 には、発光素子制御回路 44 が接続されている。発光装置 14 には発光素子 14a と照明レンズ 14b が設けられ、発光素子 14a の発光動作は発光素子制御回路 44 によって制御される。発光素子 14a は測距光であるレーザ光を照射するものであり、このレーザ光は照明レンズ 14b を介して被計測物体の全体に照射される。被計測物体において反射した光は撮影レンズ 11 に入射する。この光を CCD 28 によって検出することにより、後述するように被計測物体の 3 次元画像が計測される。なお、この計測において、CCD 28 における転送動作のタイミング等の制御はシステムコントロール回路 35 と CCD 駆動回路 30 によって行なわれる。

【 0 0 2 2 】

システムコントロール回路 3 5 には、リリーススイッチ 1 5、モード切替ダイヤル 1 7、V/Dモード切替スイッチ 1 8 から成るスイッチ群 4 5 と、液晶表示パネル（表示素子） 1 6 とが接続されている。

【 0 0 2 3 】

図 3 および図 4 を参照して、本実施形態における距離測定の方法を説明する。なお図 4 において横軸は時間 t である。

【 0 0 2 4 】

距離測定装置 B から出力された測距光は被計測物体 S において反射し、図示しない CCD によって受光される。測距光は所定のパルス幅 H を有するパルス状の光であり、したがって被計測物体 S からの反射光も、同じパルス幅 H を有するパルス状の光である。また反射光のパルスの立ち上がりは、測距光のパルスの立ち上がりよりも時間 $\delta \cdot t$ (δ は遅延係数) だけ遅れる。測距光と反射光は距離計測装置 T と被計測物体 S の間の 2 倍の距離 r を進んだことになるから、その距離 r は

$$r = \delta \cdot t \cdot C / 2 \quad \dots (1)$$

により得られる。ただし C は光速である。

【 0 0 2 5 】

例えば測距光のパルスの立ち上がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がる前に検知不可能な状態に切換えるようにすると、すなわち反射光検知期間 T を設けると、この反射光検知期間 T における受光量 A は距離 r の関数である。すなわち受光量 A は、距離 r が大きくなるほど（時間 $\delta \cdot t$ が大きくなるほど）小さくなる。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では上述した原理を利用して、CCD 2 8 に設けられ、2 次元的に配列された複数のフォトダイオード（光電変換素子）においてそれぞれ受光量 A を検出することにより、カメラ本体 1 0 から被計測物体 S の表面の各点までの距離をそれぞれ検出し、被計測物体 S の表面形状に関する 3 次元画像のデータを一括して入力している。

【0027】

図5は、CCD28に設けられているフォトダイオード（第1及び第2の光電素子） $51a_1$ 、 $51a_2$ と垂直転送部52の配置を示す図である。図6は、CCD28を基板53に垂直な平面で切断して示す断面図である。このCCD28は従来公知のインターライン型CCDであり、不要電荷の掃出しにVOD（縦型オーバーフローレイン）方式を用いたものである。

【0028】

フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ と垂直転送部（信号電荷保持部）52はn型基板53の面に沿って形成されている。フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ は所定の配置で2次的に格子状に配列され、垂直転送部52はフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ に隣接して設けられている。図5は格子状に配列されたフォトダイオードの1つの列を抜き出したもので、フォトダイオード $51a_1$ が3つのフォトダイオード $51a_2$ を挟んで3つおきに上下方向に配置されている。垂直転送部52は、1つのフォトダイオード $51a_1$ に対して4つの垂直転送電極 $52a_1$ 、 $52b_1$ 、 $52c_1$ 、 $52d_1$ を備え第1の信号電荷保持部を形成している。また同様に1つのフォトダイオード $51a_2$ に対して4つの垂直転送電極 $52a_2$ 、 $52b_2$ 、 $52c_2$ 、 $52d_2$ を備え第2の信号電荷保持部を形成している。同一記号で図示された垂直転送電極同士、例えば垂直転送電極 $53a_2$ は回路内において互いに電氣的に接続されている。また垂直転送電極 $52b_1$ と $52b_2$ 、 $52c_1$ と $52c_2$ 、 $52d_1$ と $52d_2$ は回路内においてそれぞれ電氣的に接続されている。すなわちCCD内の垂直転送電極は、電氣的に記号 $52a_1$ 、 $52a_2$ 、 $52b_1$ と $52b_2$ 、 $52c_1$ と $52c_2$ 、 $52d_1$ と $52d_2$ で表される5つの系列の電極に分かれており、それぞれの系列毎に独立に信号電圧を印加することができる。例えば記号 $52a_1$ で表される垂直転送電極、あるいは記号 $52b_1$ と $52b_2$ で表される垂直転送電極のみに信号電圧を印加しその他の垂直転送電極には信号電圧を印加しないことができる。したがって垂直転送部52では、フォトダイオード毎に4つのポテンシャルの井戸が形成可能であり、従来公知のように、これらの井戸の深さを制御することによって、信号電荷をCCD28から出力することができる。なお垂直転送電極の数は目的

に応じて自由に変更できる。

【0029】

基板53の表面に形成されたp型井戸の中にフォトダイオード51a₁、51a₂が形成され、p型井戸とn型基板53の間に印加される逆バイアス電圧によってp型井戸が完全に空乏化される。この状態において、入射光（被計測物体からの反射光）の光量に応じた電荷がフォトダイオード51a₁、51a₂において蓄積される。基板電圧V_{sub}を所定値以上に大きくすると、フォトダイオード51a₁、51a₂に蓄積した電荷は、基板53側に掃出される。これに対し、転送ゲート部54に電荷転送信号（電圧信号）が印加されたとき、フォトダイオード51a₁、51a₂に蓄積した電荷は垂直転送部52に転送される。すなわち電荷掃出し信号によって電荷を基板53側に掃出した後、フォトダイオード51a₁、51a₂に蓄積した信号電荷が、電荷転送信号によって垂直転送部52側に転送される。このような動作を繰り返すことにより、垂直転送部52において信号電荷が積分され、電子シャッタ動作が実現される。

【0030】

本実施形態におけるCCDは、垂直転送電極52a₁を有するフォトダイオード51a₁と、垂直転送電極52a₂を有するフォトダイオード51a₂を備えているが、距離に関するデータを検出するために用いられるのは、フォトダイオード51a₁のみである。これは後に詳述するように、高精細な画像を得るためにCCDの画素数（フォトダイオード数）を増加すると、距離検出動作の実行が困難となるためである。このため距離検出動作には3ラインおきのフォトダイオード51a₁のみを用いている。なお、被計測物体の画像に関するデータの検出にはフォトダイオード51a₁及び51a₂を用いて画像検出動作を行なう。

【0031】

図7は、被計測物体の表面の各点までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。図1、図2、図5～図7を参照して距離情報検出動作を説明する。

【0032】

垂直同期信号（図示せず）の出力に同期して電荷掃出し信号（パルス信号）S

1が出力され、これによりフォトダイオード51a₁に蓄積していた不要電荷が基板53の方向に掃出され、フォトダイオード51a₁における蓄積電荷量はゼロになる(符号S2)。電荷掃出し信号S1の出力の開始の後、一定のパルス幅を有するパルス状の測距光S3が出力される。測距光S3が出力される期間(パルス幅)は調整可能であり、図示例では、電荷掃出し信号S1の出力と同時に測距光S3がオフするように調整されている。

【0033】

測距光S3は被計測物体において反射し、CCD28に入射する。すなわちCCD28によって被計測物体からの反射光S4が受光されるが、電荷掃出し信号S1が出力されている間は、フォトダイオード51a₁において電荷は蓄積されない(符号S2)。電荷掃出し信号S1の出力が停止されると、フォトダイオード51a₁では、反射光S4の受光によって電荷蓄積が開始され、反射光S4と外光に起因する信号電荷S5が発生する。反射光S4が消滅すると(符号S6)フォトダイオード51a₁では、反射光に基く電荷蓄積は終了するが(符号S7)、外光のみに起因する電荷蓄積が継続する(符号S8)。

【0034】

その後、電荷転送信号S9が出力されると、フォトダイオード51a₁に蓄積された電荷が垂直転送部52に転送される。この電荷転送は、電荷転送信号の出力の終了(符号S10)によって完了する。すなわち、外光が存在するためにフォトダイオード51a₁では電荷蓄積が継続するが、電荷転送信号の出力が終了するまでフォトダイオード51a₁に蓄積されていた信号電荷S11が垂直転送部52へ転送される。電荷転送信号の出力終了後に蓄積している電荷S14は、そのままフォトダイオード51a₁に残留する。

【0035】

このように電荷掃出し信号S1の出力の終了から電荷転送信号S9の出力が終了するまでの期間T_{U1}の間、フォトダイオード51a₁には、被計測物体までの距離に対応した信号電荷が蓄積される。そして、反射光S4の受光終了(符号S6)までフォトダイオード51a₁に蓄積している電荷が、外光と被計測物体の距離情報とに対応した信号電荷S12として垂直転送部52へ転送され、その他

の信号電荷 S 1 3 は外光のみに起因するものである。

【 0 0 3 6 】

電荷転送信号 S 9 の出力から一定時間が経過した後、再び電荷掃出し信号 S 1 が出力され、垂直転送部 5 2 への信号電荷の転送後にフォトダイオード 5 1 a₁ に蓄積された不要電荷が基板 5 3 の方向へ掃出される。すなわち、フォトダイオード 5 1 a₁ において新たに信号電荷の蓄積が開始する。そして、上述したのと同様に、電荷蓄積期間 T_{U1} が経過したとき、信号電荷は垂直転送部 5 2 へ転送される。

【 0 0 3 7 】

このような信号電荷 S 1 1 の垂直転送部 5 2 への転送動作は、次の垂直同期信号が出力されるまで、繰り返し実行される。これにより垂直転送部 5 2 において、信号電荷 S 1 1 が積分され、1 フィールドの期間（2 つの垂直同期信号によって挟まれる期間）に積分された信号電荷 S 1 1 は、その期間被計測物体が静止していると見做せれば、被計測物体までの距離情報に対応している。

【 0 0 3 8 】

以上説明した信号電荷 S 1 1 の検出動作は 1 つのフォトダイオード 5 1 a₁ に関するものであり、垂直転送電極 5 2 a₁ を有する全てのフォトダイオード 5 1 a₁ においてこのような検出動作が行なわれる。1 フィールドの期間における検出動作の結果、垂直転送電極 5 2 a₁ を有するフォトダイオード 5 1 a₁ に隣接した垂直転送部には、そのフォトダイオード 5 1 a₁ によって検出された距離情報が保持される。この距離情報は垂直転送部 5 2 における垂直転送動作および図示しない水平転送部における水平転送動作によって CCD 2 8 から出力され、被計測物体の 3 次元画像データとして、3 次元画像入力装置の外部に取り出される。

【 0 0 3 9 】

しかし CCD 2 8 により検出された反射光は、被計測物体の表面の反射率の影響を受けている。したがって、この反射光を介して得られた距離情報は反射率に起因する誤差を含んでいる。また、CCD 2 8 により検出された反射光には、被計測物体からの反射光以外に外光等の成分も含まれており、これに起因する誤差

も存在する。

【0040】

次にこれらの誤差を補正する方法について説明する。図8～図10は距離補正情報、反射率情報および反射率補正情報の検出動作におけるタイミングチャートである。図11と図12は距離情報検出動作のフローチャートである。図1、図2、図7～図12を参照して、本実施形態における距離情報検出動作について説明する。

【0041】

ステップ101においてリリーススイッチ15が全押しされていることが確認されるとステップ102が実行され、ビデオ(V)モードと距離測定(D)モードのいずれが選択されているかが判定される。これらのモード間における切替はV/Dモード切替スイッチ18を操作することによって行なわれる。

【0042】

Dモードが選択されているとき、ステップ103において垂直同期信号が出力されるとともに測距光制御が開始される。すなわち発光装置14が駆動され、パルス状の測距光S3が断続的に出力される。次いでステップ104が実行され、CCD28による検知制御が開始される。すなわち図7を参照して説明した距離情報検出動作が開始され、電荷掃出し信号S1と電荷転送信号S9が交互に出力されて、距離情報の信号電荷S11が垂直転送部52において積分される。

【0043】

ステップ105では、距離情報検出動作の開始から1フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1フィールド期間が終了するとステップ106へ進み、距離情報の信号電荷S11がCCD28から出力される。この信号電荷S11はステップ107において画像メモリ34に一時的に記憶される。ステップ108では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置14の発光動作が停止する。

【0044】

ステップ109～112では、距離補正情報の検出動作が行なわれる。まずステップ109では、垂直同期信号が出力されるとともにCCD28による検知制

御が開始される。すなわち発光装置 14 の発光動作が行なわれることなく、光源が消灯された状態で、電荷掃出し信号 S 2 1 と電荷転送信号 S 2 2 が交互に出力される。電荷蓄積時間 T_{U1} は図 7 に示す距離情報検出動作と同じであるが、被計測物体に測距光が照射されないため（符号 S 2 3）、反射光は存在せず（符号 S 2 4）。したがって、距離情報の信号電荷は発生しないが、CCD 28 には外光等の外乱成分が入射するため、この外乱成分に対応した信号電荷 S 2 5 が発生し、電荷転送信号 S 2 2 の出力によって、それまでフォトダイオードに蓄積していた信号電荷 S 2 6 が垂直転送部へ転送される。この信号電荷 S 2 6 は、外乱成分が距離情報に及ぼす影響を補正するための、電荷蓄積時間 T_{U1} に対する距離補正情報に対応している。

【0045】

ステップ 110 では、距離補正情報の検出動作の開始から 1 フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 フィールド期間が終了するとステップ 111 において、距離補正情報の信号電荷 S 2 6 が CCD 28 から出力される。距離補正情報の信号電荷 S 2 6 はステップ 112 において画像メモリ 34 に一時的に記憶される。

【0046】

ステップ 113～117 では、反射率情報の検出動作が行なわれる。ステップ 113 では、垂直同期信号が出力されるとともに測距光制御が開始され、パルス状の測距光 S 3 3 が断続的に出力される。ステップ 114 では、CCD 28 による検知制御が開始され、電荷掃出し信号 S 3 1 と電荷転送信号 S 3 5 が交互に出力される。電荷掃出し信号 S 3 1 が出力されることによって、フォトダイオードにおける蓄積電荷量はゼロになる（符号 S 3 2）。電荷掃出し信号 S 3 1 の出力が終了すると、測距光 S 3 3 が出力され、CCD には反射光 S 3 4 が入射する。反射光 S 3 4 が消滅した後、電荷転送信号 S 3 5 が出力される。すなわち反射率情報の検出動作は、電荷掃出し信号 S 3 1 の出力が終了してから電荷転送信号 S 3 5 の出力が終了するまでの電荷蓄積期間 T_{U2} 内に、反射光 S 3 4 の全てが受光されるように制御される。

【0047】

このようにフォトダイオードでは、反射光 S 3 4 を受光している間は反射光 S 3 4 と外光に起因する信号電荷 S 3 6 が蓄積され、また、反射光 S 3 4 を受光していない間は外光のみに起因する信号電荷 S 3 7、S 3 8 が蓄積される。そして電荷転送信号 S 3 5 の出力により、それまでのフォトダイオードに蓄積されていた信号電荷 S 3 9 が垂直転送部へ転送される。この信号電荷 S 3 9 は反射率情報に対応し、外光に基く成分 S' 3 9 を含んでいる。

【0048】

ステップ 115 では、反射率情報検出動作の開始から 1 フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 フィールド期間が終了するとステップ 116 へ進み、反射率情報の信号電荷 S 3 9 が CCD 28 から出力される。この信号電荷 S 3 9 はステップ 117 において画像メモリ 34 に一時的に記憶される。ステップ 118 では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置 14 の発光動作が停止する。

【0049】

ステップ 119～122 では、反射率補正情報の検出動作が行なわれる。ステップ 119 では、垂直同期信号が出力されるとともに CCD 28 による検知制御が開始される。すなわち発光装置 14 の発光動作が行なわれることなく、光源が消灯された状態で、電荷掃出し信号 S 4 1 と電荷転送信号 S 4 2 が交互に出力される。電荷蓄積時間 T_{U2} は図 9 に示す反射率情報検出動作と同じであるが、被計測物体に測距光が照射されないため（符号 S 4 3）、反射光は存在せず（符号 S 4 4）。したがって、反射率情報の信号電荷は発生しないが、CCD 28 には外光等の外乱成分に対応した信号電荷 S 4 6 が発生する。この信号電荷 S 4 6 は、外乱成分が電荷蓄積時間 T_{U2} に対する反射率情報に及ぼす影響を補正するための反射率補正情報に対応している。

【0050】

ステップ 120 では、反射率補正情報の検出動作の開始から 1 フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 フィールド期間が終了するとステップ 121 において、反射率補正情報の信号電荷 S 4 6 が CCD 28 から出力され、ステップ 122 において画像メモリ

34に一時的に記憶される。

【0051】

ステップ123では、ステップ103～122において得られた距離情報、距離補正情報、反射率情報および反射率補正情報を用いて距離データの演算処理が行なわれ、ステップ124において距離データが出力されてこの検出動作は終了する。一方、ステップ102においてVモードが選択されていると判定されたとき、ステップ125において測距光制御がオフ状態に切換えられるとともに、ステップ126においてCCD28（フォトダイオード51a₁ 51a₂）による通常の撮影動作（CCDビデオ制御）がオン状態に定められ、この検出動作は終了する。

【0052】

ステップ123において実行される演算処理の内容を図7～図10を参照して説明する。

反射率Rの被計測物体が照明され、この被計測物体が輝度Iの2次光源と見做されてCCDに結像された場合を想定する。このとき、電荷蓄積時間tの間にフォトダイオードに発生した電荷が積分されて得られる出力S_nは、

$$S_n = k \cdot R \cdot I \cdot t \quad \dots (2)$$

で表される。ここでkは比例定数で、撮影レンズのFナンバーや倍率等によって変化する。

【0053】

被計測物体がレーザ等の光源からの光で照明される場合、輝度Iはその光源による輝度I_Sと背景光による輝度I_Bとの合成されたものとなり、

$$I = I_S + I_B \quad \dots (3)$$

と表せる。

【0054】

図7に示されるように電荷蓄積時間をT_{U1}、測距光S3のパルス幅をT_S、距離情報の信号電荷S12のパルス幅をT_Dとし、1フィールド期間中のその電荷蓄積時間がN回繰り返されるとすると、得られる出力SM₁₀は、

$$SM_{10} = \Sigma (k \cdot R (I_S \cdot T_D + I_B \cdot T_{U1}))$$

$$= k \cdot N \cdot R (I_S \cdot T_D + I_B \cdot T_{U1}) \quad \dots (4)$$

となる。なお、パルス幅 T_D は

$$\begin{aligned} T_D &= \delta \cdot t \\ &= 2r / C \end{aligned} \quad \dots (5)$$

と表せる。

【0055】

図9に示されるようにパルス状の電荷蓄積時間 T_{U2} が、測距光 S 3 3 の期間 (パルス幅) T_S よりも十分大きく、反射光の単位受光時間を全部含むように制御された場合に得られる出力 SM_{20} は、

$$\begin{aligned} SM_{20} &= \Sigma (k \cdot R (I_S \cdot T_S + I_B \cdot T_{U2})) \\ &= k \cdot N \cdot R (I_S \cdot T_S + I_B \cdot T_{U2}) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

となる。

【0056】

図8に示されるように発光を止めて、図7と同じ時間幅でのパルス状の電荷蓄積を行なった場合に得られる出力 SM_{11} は、

$$\begin{aligned} SM_{11} &= \Sigma (k \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U1}) \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U1} \end{aligned} \quad \dots (7)$$

となる。同様に、図10に示されるような電荷蓄積を行なった場合に得られる出力 SM_{21} は、

$$\begin{aligned} SM_{21} &= \Sigma (k \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U2}) \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U2} \end{aligned} \quad \dots (8)$$

となる。

【0057】

(4)、(6)、(7)、(8) 式から、

$$\begin{aligned} S_D &= (SM_{10} - SM_{11}) / (SM_{20} - SM_{21}) \\ &= T_D / T_S \end{aligned} \quad \dots (9)$$

が得られる。

【0058】

上述したように測距光 S 3 と反射光 S 4 にはそれぞれ外光等の外乱成分 (背景

光による輝度 I_B) が含まれている。(9) 式の T_D / T_S は、測距光 S_3 を照射したときの被計測物体からの反射光 S_4 の光量を、測距光 S_3 の光量によって正規化したものであり、これは、測距光 S_3 の光量 (図 7 の信号電荷 S_{11} に相当) から外乱成分 (図 8 の信号電荷 S_{26} に相当) を除去した値と、反射光 S_4 の光量 (図 9 の信号電荷 S_{39} に相当) から外乱成分 (図 10 の信号電荷 S'_{39} に相当) を除去した値との比に等しい。

【0059】

(9) 式の各出力値 SM_{10} 、 SM_{11} 、 SM_{20} 、 SM_{21} はステップ 107、112、117、122 において、距離情報、距離補正情報、反射率情報、反射率補正情報として格納されている。したがって、これらの情報に基いて、 T_D / T_S が得られる。パルス幅 T_S は既知であるから、(5) 式と T_D / T_S から距離 r が得られる。

【0060】

次に図 6 および図 13～図 15 を参照して例えば 100 万画素を越えるような高精細な多画素 CCD を距離検出動作に用いたときの問題について説明する。

【0061】

CCD 回路内において各垂直転送電極には、それぞれ寄生容量 C_p が存在する。図 6 に図示された寄生容量 C_p は、これを模式的に表したものである。したがって同一記号で表された垂直転送電極全体における寄生容量は、これらの寄生容量 C_p の和となる。図 13 は同一記号で表される垂直転送電極全体の等価回路図であり、 C はそのときの寄生容量 (C_p の和)、 R は垂直転送電極がもつ抵抗による抵抗値である。また A_{in} は等価回路への入力信号、 A_{out} は等価回路からの出力信号を表す。

【0062】

図 14 は等価回路に入力されるパルス状の入力信号 A_{in} と、そのとき等価回路から出力される出力信号 A_{out} を図示したものであり、 A_{in} 、 A_{out} はそれぞれの最大値によって規格化されている。パルス状の入力信号 A_{in} が垂直転送電極に入力されるとき、出力信号 A_{out} の立ち上り及び立ち下がりには寄生容量 C と抵抗値 R の存在のために時定数 t_1 ($= CR$) で特徴づけられる遅れが生ずる。高

精細な画像を得るためにCCDの画素数（フォトダイオードの数）を増加すると、垂直転送電極の数が増えるために寄生容量 C （ C_p の和）の値が大きくなる。その結果時定数 t_1 が増大し、出力信号 A_{out} の立ち上がり及び立ち下りの遅れが増大する。

【0063】

例えばCCDの全フォトダイオードを用いたときの垂直転送電極（ $52a_1$ 、 $52a_2$ ）の寄生容量 C が 3000 pF で抵抗値 R が 50Ω の場合、時定数 t_1 は 150 ns である。このとき図5のように、 $1/4$ ラインに間引かれた3ラインおきのフォトダイオード $51a_1$ のみを距離検出に用いると、寄生容量 C は 750 pF となり、抵抗値 R は 70Ω となる。したがって時定数 t_1 は 52.5 ns に減ぜられる。図15は図7と同様に距離情報検出動作におけるタイミングチャートを表しているが、電荷転送信号を時定数 150 ns および時定数 52.5 ns で出力したときの状態を表している。実線で表される電荷転送信号 $S61$ はフォトダイオード $51a_1$ のみを用いたとき、すなわち時定数 52.5 ns のときの電荷転送信号を表す。破線で表される電荷転送信号 $S62$ はフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ を用いたとき、すなわち時定数 150 ns のときの電荷転送信号を表す。また実線で表された垂直転送部への転送電荷量 $S63$ は電荷転送信号 $S61$ に対応し、破線で表された垂直転送部への転送電荷量 $S64$ は電荷転送信号 $S62$ に対応する。

【0064】

本実施形態では、電荷転送信号が立ち下がったときにフォトダイオードから垂直転送部へ蓄積電荷を転送している。電荷転送信号 $S61$ は電荷転送信号 $S62$ よりも信号の立ち下がりが早いので、垂直転送部へ転送される蓄積電荷のうち外光に起因するものは斜線部 $S65$ だけ電荷転送信号 $S62$ のときよりも少ない。このため垂直転送部へ転送された蓄積電荷のうち距離情報の信号電荷 $S66$ の占める割合は相対的に高くなり、雑音である外光による信号電荷の割合は低くなる。したがって距離情報に対する雑音成分が低減し距離検出精度が向上する。また雑音による信号電荷の量が減じるとともにフォトダイオードから垂直転送部への転送時間が短くなることから、1フィールド期間における電荷の積分回数を増加

させることができるので大きな信号出力を得ることができる。

【0065】

以上のように本実施形態によれば、高精細画像に対応した多画素CCDにおいても光シャッタを必要としない小型の3次元画像入力装置を安価に製造することができる。

【0066】

さらに本実施形態によれば、被計測物体に対して測距光を走査することなく、被計測物体の表面形状に関する3次元画像のデータ、すなわち距離情報を一括して計測することができる。したがって被計測物体の3次元画像を得るまでの時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0067】

なお本実施形態では被計測物体の距離情報に対して、外光等の影響が除去されていたが、外光等の影響が無視できるときは、(9)式において外光等の影響に関する信号電荷の積分値（すなわち SM_{11} 、 SM_{21} ）を省略すればよい。これにより、被計測物体の表面の反射率のみに関する補正が行なわれる。

【0068】

またステップ105、110、115、120では、1フィールド期間の間、信号電荷の蓄積が行なわれているが、これに代えて、複数フィールド期間、電荷蓄積を行なうようにしてもよい。

【0069】

また本実施形態におけるCCDは、フォトダイオード $51a_1$ を3個のフォトダイオード $51a_2$ を挟んで垂直ライン上にとびとびに配置していたが、所定の数のフォトダイオード $51a_2$ を挟んで水平ライン上にとびとびに配置してもよい。またこれらの配置を組み合わせて格子状に配置してもよい。

【0070】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、光シャッタを必要とせず小型で安価であり、しかも高精細画像に対応した多画素CCDにおいても十分に大きい出力を得ることのできる3次元画像入力装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態である 3 次元画像入力装置を備えたカメラの斜視図である。

【図 2】

図 1 に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図 3】

測距光による距離測定の実理を説明するための図である。

【図 4】

測距光、反射光、ゲートパルス、および CCD が受光する光量分布を示す図である。

【図 5】

CCD に設けられるフォトダイオードと垂直転送部の配置を示す図である。

【図 6】

CCD を基板に垂直な平面で切断して示す断面図である。

【図 7】

被計測物体までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。

【図 8】

距離補正情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図 9】

反射率情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図 10】

反射率補正情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図 11】

距離情報検出動作のフローチャートの前半部である。

【図 12】

距離情報検出動作のフローチャートの後半部である。

【図 13】

CCD回路内における垂直転送電極の等価回路である。

【図 1 4】

垂直転送電極の等価回路への入力信号波形とそのときの出力信号波形を表す図である。

【図 1 5】

フォトダイオードを間引いて距離情報検出動作を行なったときと間引かないで行なったときのタイミングチャートである。

【符号の説明】

発光装置 1 4

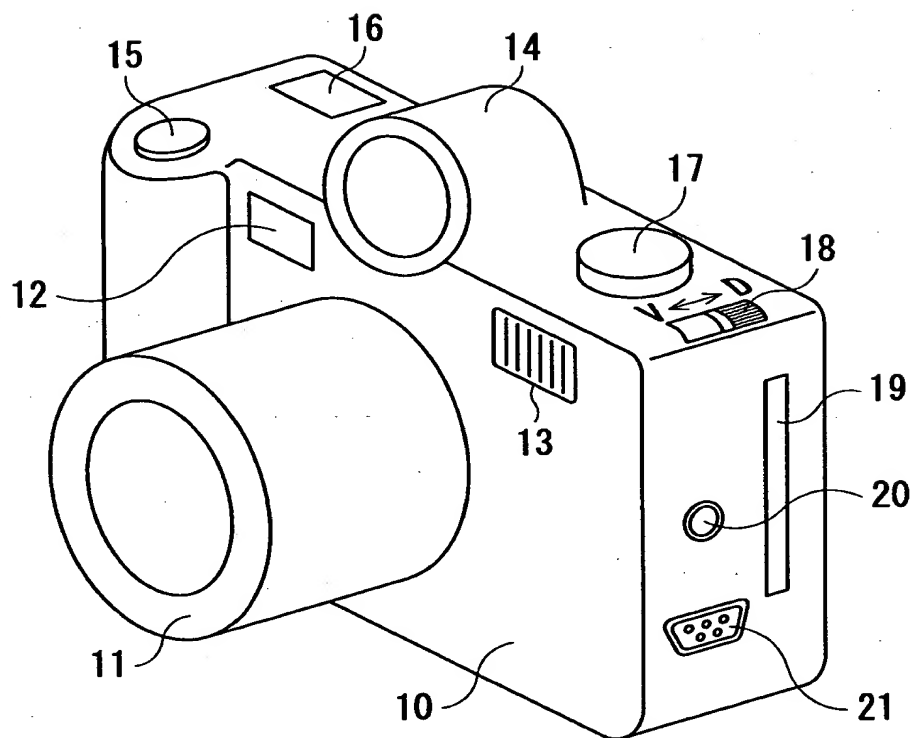
フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$

垂直転送電極 $52a_1$ 、 $52a_2$

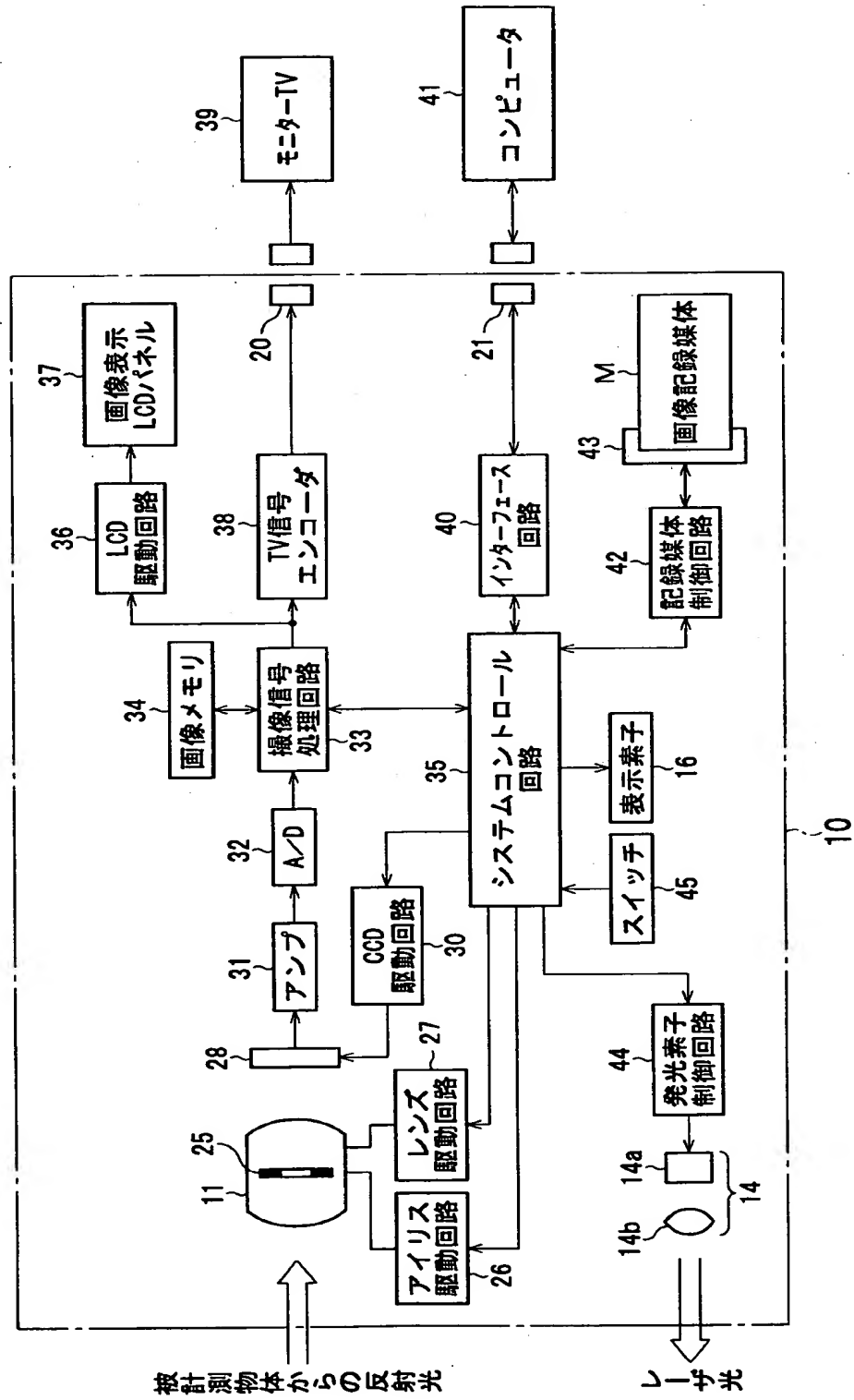
垂直転送部 5 2

【書類名】 図面

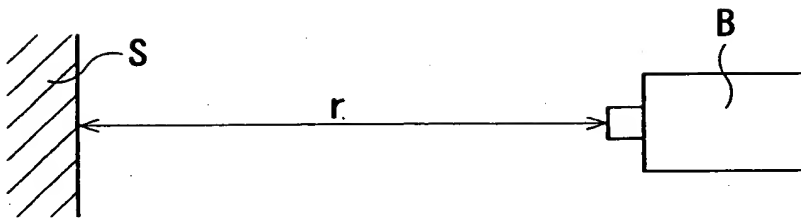
【図 1】



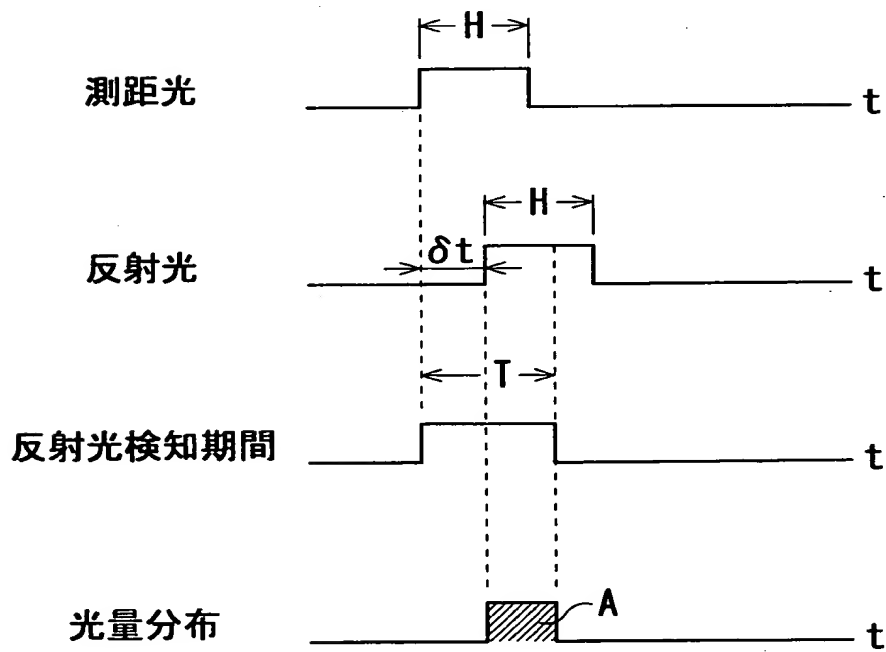
【図 2】



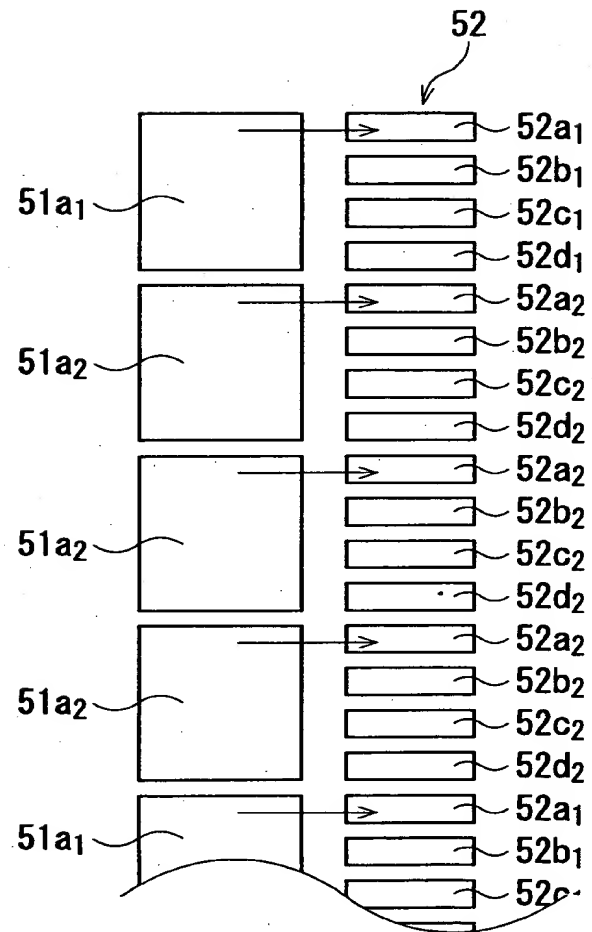
【図 3】



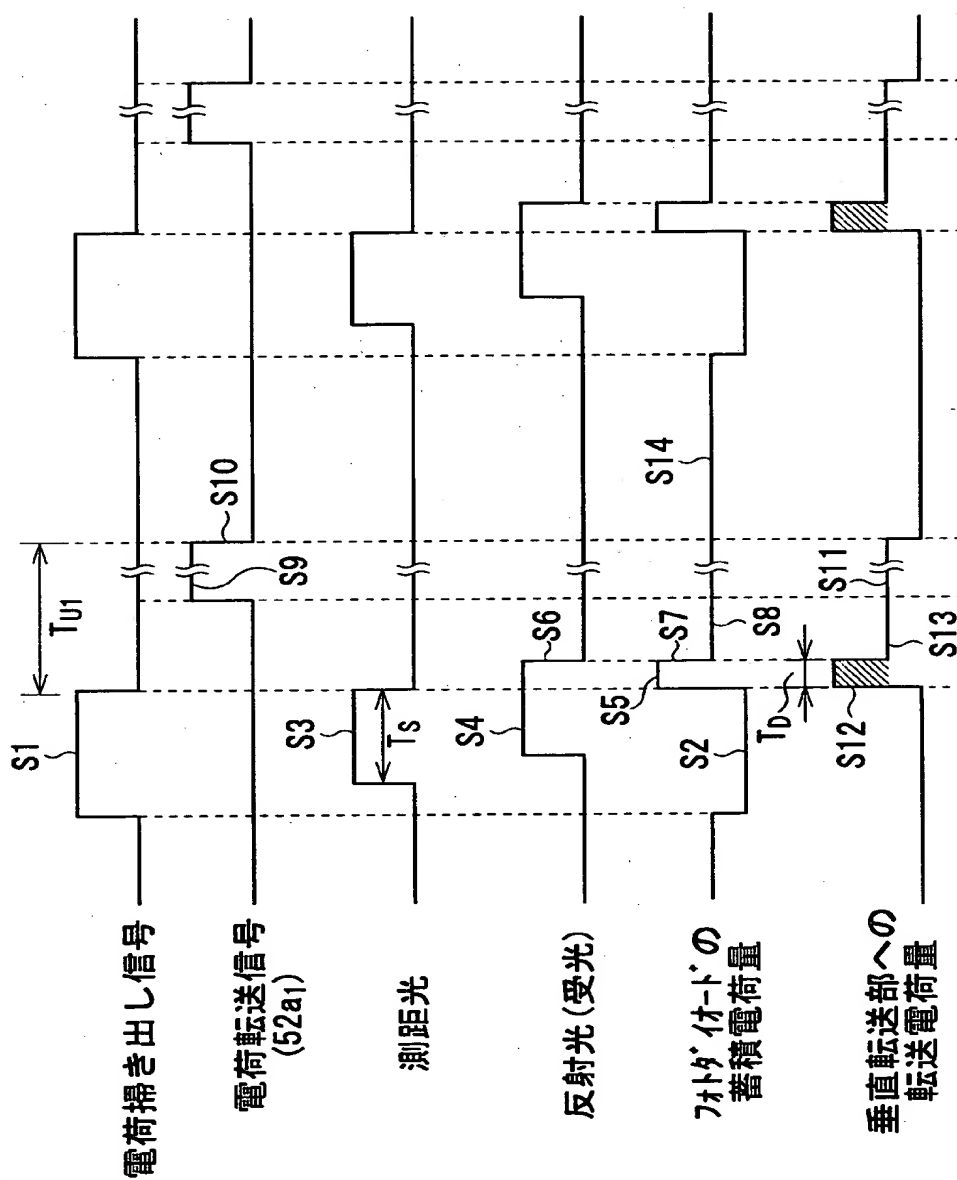
【図 4】



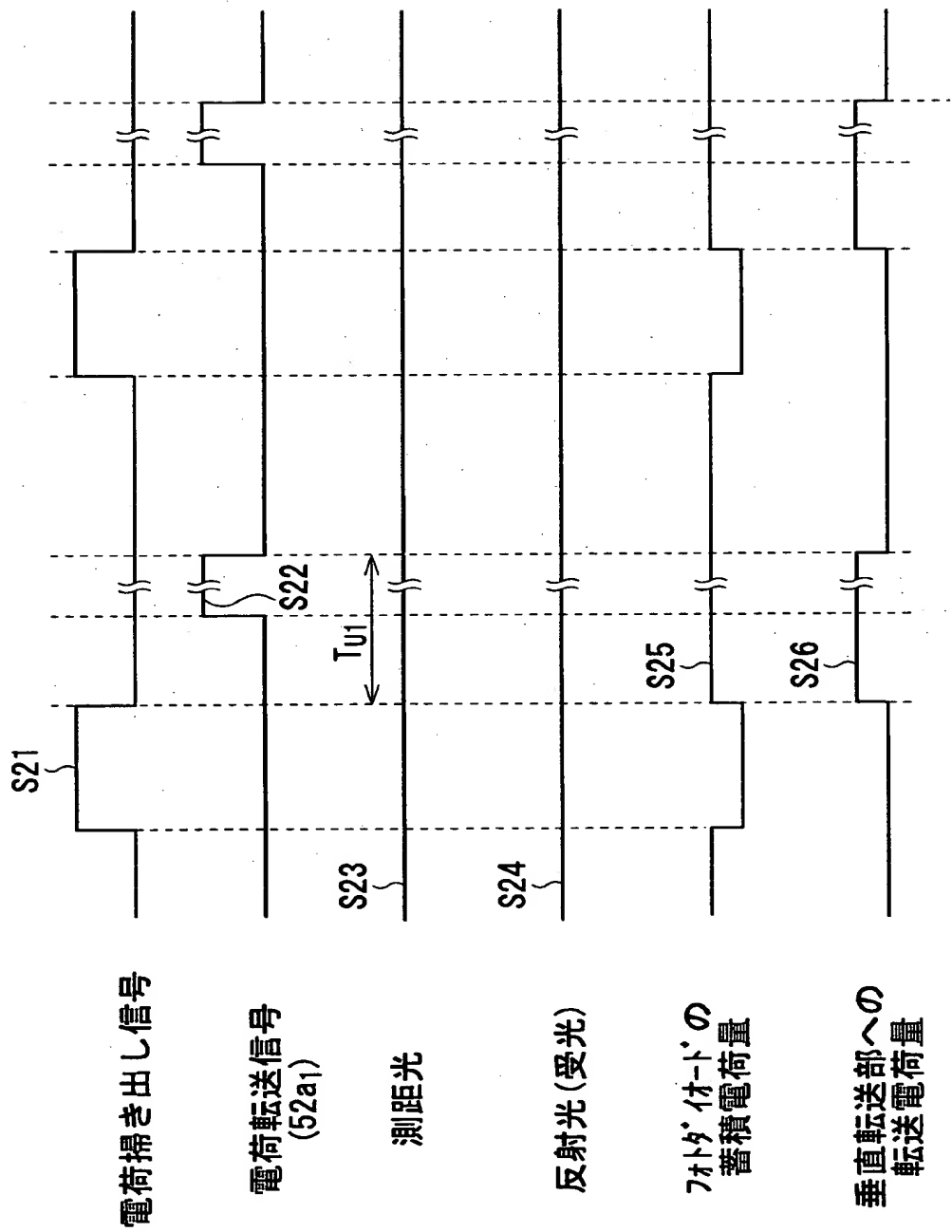
【図 5】



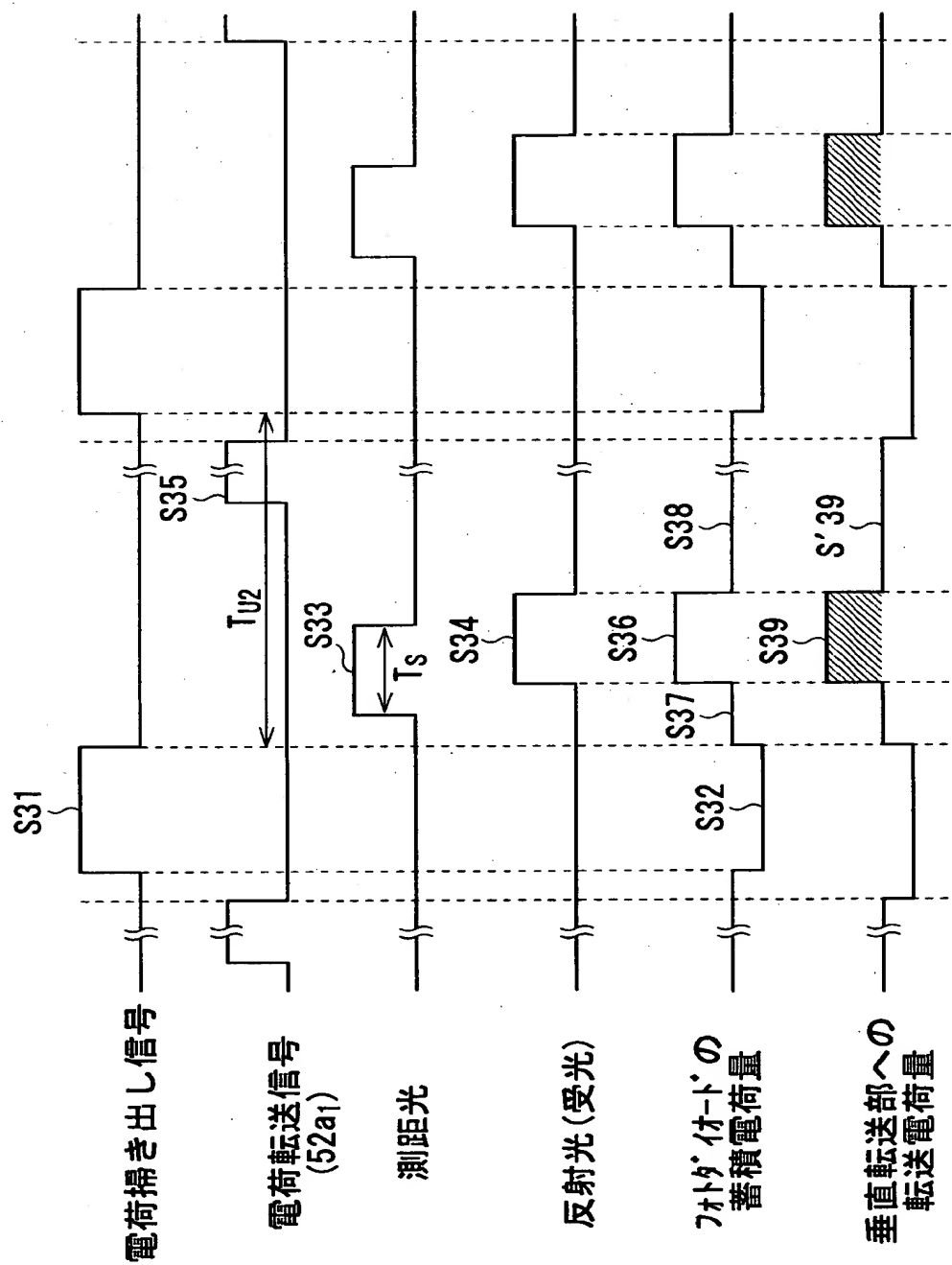
【図 7】



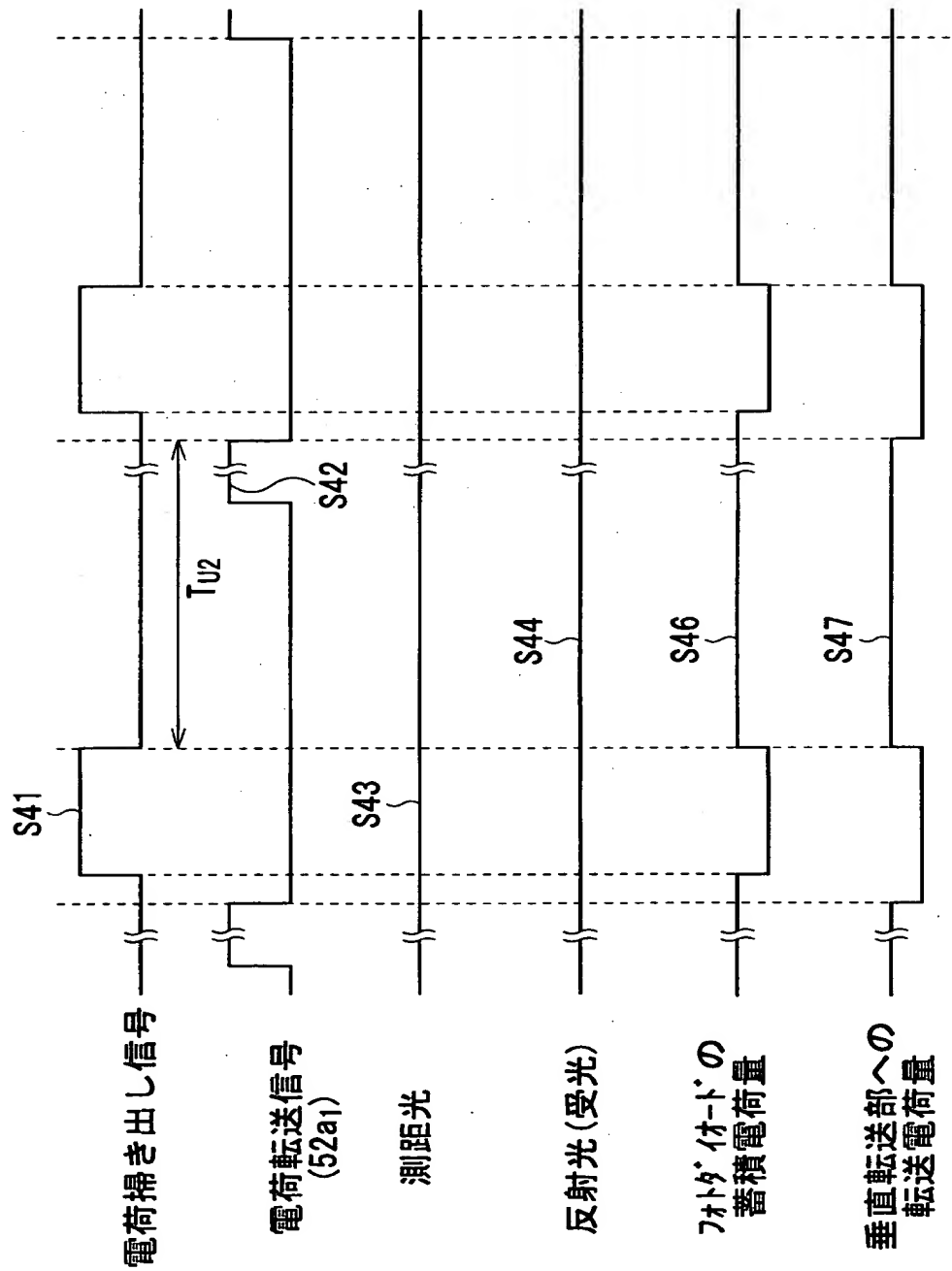
【図 8】



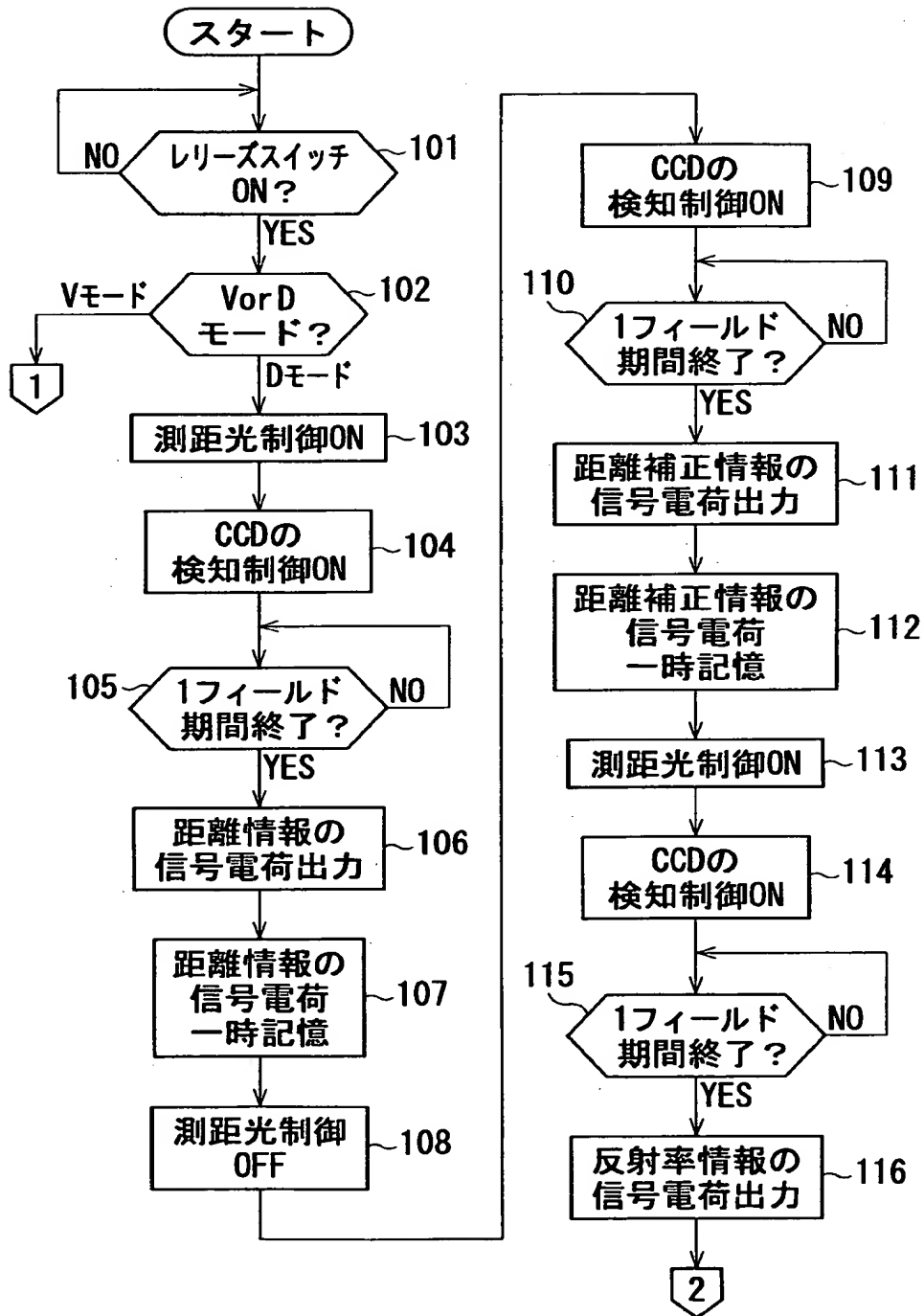
【図 9】



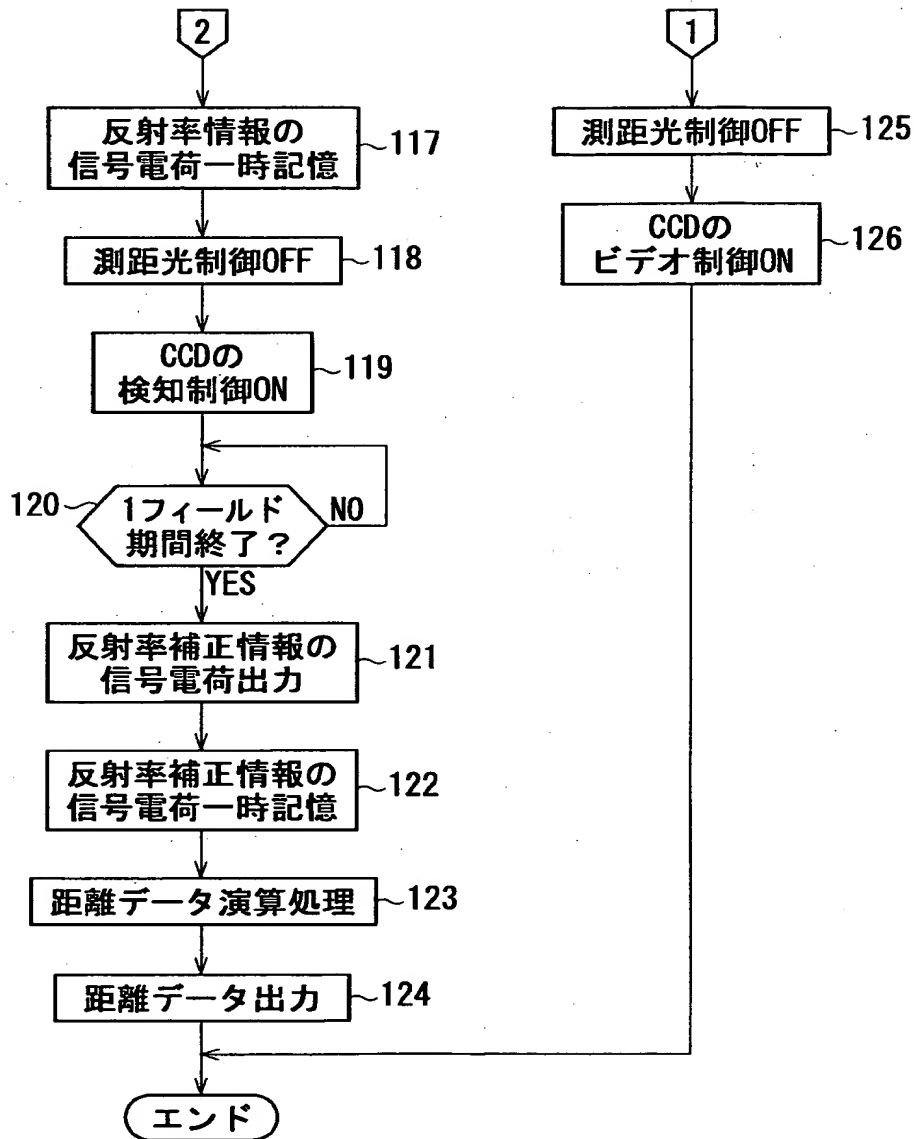
【図 1 0】



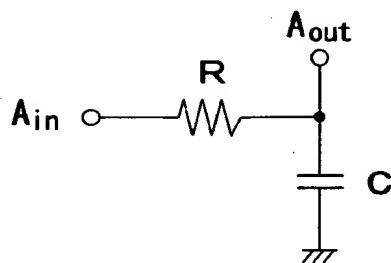
【図 1 1】



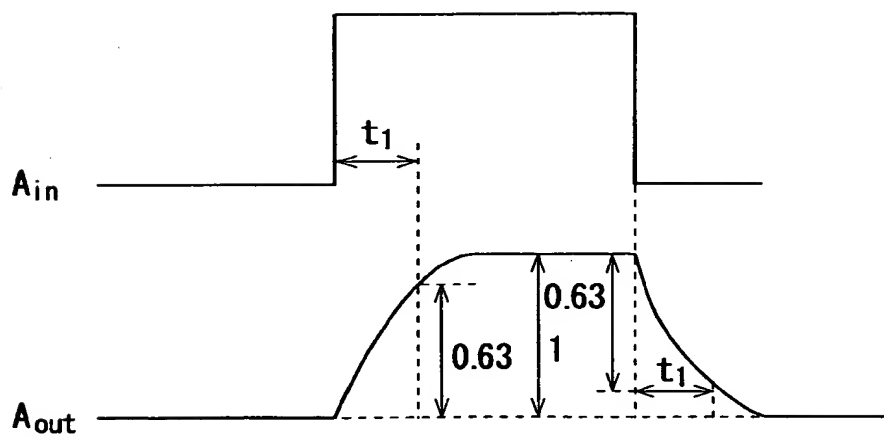
【図 1 2】



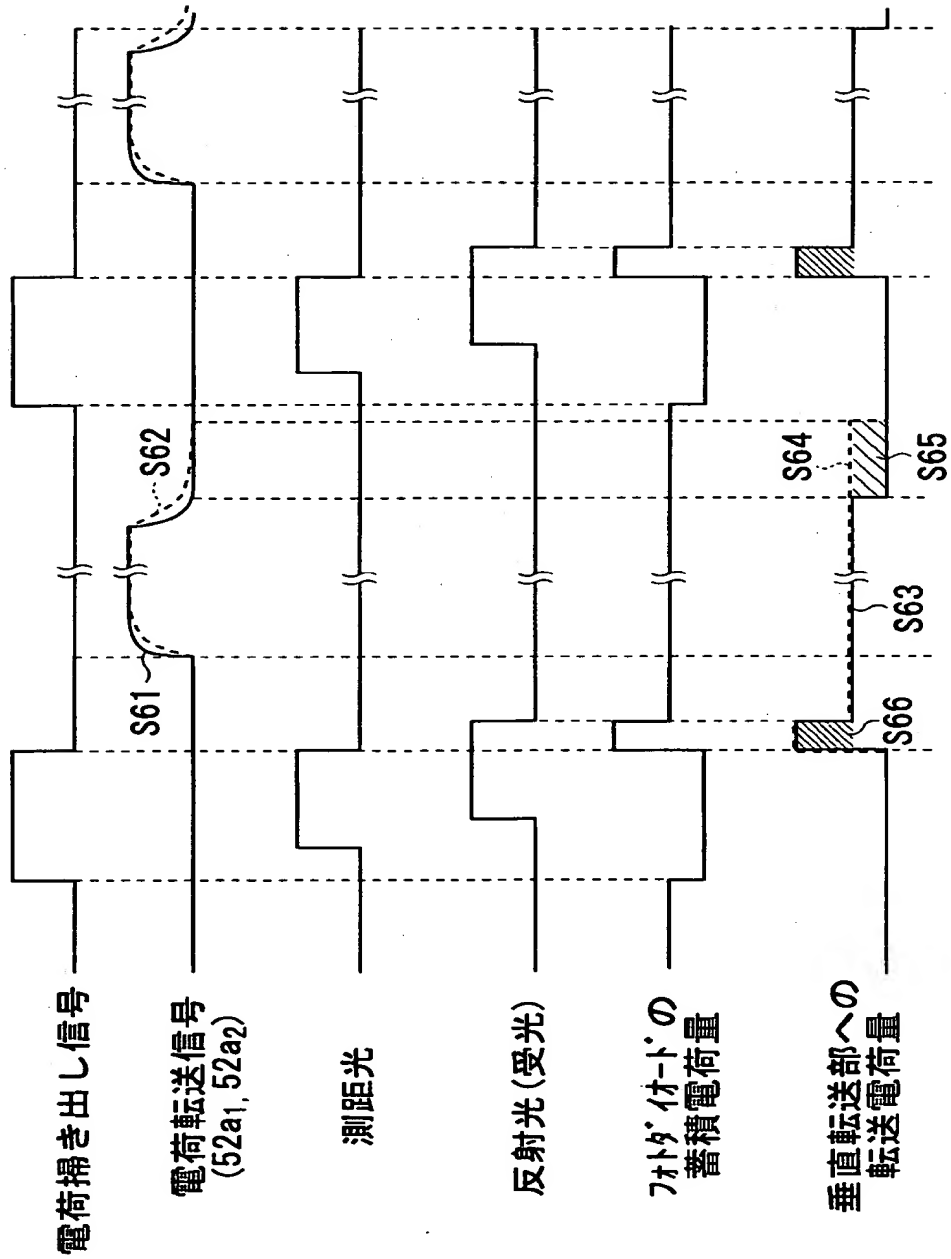
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精細画像に対応した多画素CCDを用いて安価かつ簡便に雑音の少ない距離情報信号を得る。

【解決手段】 CCDに第1及び第2のグループのフォトダイオードを設ける。電荷掃出し信号S1を出力しフォトダイオードに蓄積していた不要電荷を排出する。電荷掃出し信号S1の終了により、測距光S3を照射された被計測物体からの反射光S4により生じる電荷S12が、フォトダイオードに蓄積される。電荷転送信号S9を出力し、第1のグループのフォトダイオードに蓄積された電荷を垂直転送部へ転送する。電荷掃出し信号S1、電荷転送信号S9を繰り返し出力することによりこの垂直転送部に第1のグループのフォトダイオードにより検出された距離情報に関する信号電荷が積分される。

【選択図】 図7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名	旭光学工業株式会社